

FKKフレシネーステーケーブルHシステム

問合せ先：F.K.K.極東鋼弦コンクリート振興会 〒104 東京都中央区銀座6-2-10（合同ビル） TEL.03-3571-8651

1. 工法の概要

FKKフレシネー工法による斜張ケーブルとしては、仏語Hauban（張鋼）の頭文字をとったHシステムが一般に用いられる。フレシネーHシステムは、一般のプレストレストコンクリート用フレシネーケーブルのPC鋼より線定着方式の原理を発展させ、斜張ケーブルとして要求される特性、特に疲労特性を改善したものである（図-1）。

本システムのケーブルはφ15.2mmのPC鋼より線（SWPR7A, 7B）19本～91本で構成され、ケーブル容

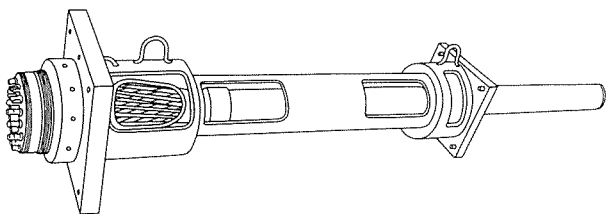


図-1 Hシステム定着体

表-1 PC鋼より線の機械的性質

呼 び 名	7本より 15.2mm	
標 準 値	15.2mm	
公 称 断 面 積	138.7mm ²	
単 位 質 量	1.101kg/m	
引 張 試 験	引張荷重	$\sigma_{pu} > 26\ 600\text{kg}$
	0.2永久伸びに対する荷重	$\sigma_{pu} > 22\ 600\text{kg}$
	伸 び	$\xi > 3.5\%$
破断後絞り試験	絞 り	$> 30\%$
曲げ引張試験（ワンピン法）	規格引張荷重に対する強度低下率：角度10°	$< 15\%$
心線のねじり試験	回 数	> 3 標準長 260mm
リラクセーション試験	$< 1.5\%$ …10時間, $< 2.0\%$ …120時間, $< 2.5\%$ …1 000時間	
疲 勞 試 験	2×10 ⁶ サイクル以上ワイヤーの破断なし $\Delta p = 20\text{kg/mm}^2$, 下限荷重0.35 σ_{pu}	

表-2 ユニットと引張荷重

種 類	PC鋼より線の数 (T 15.2) (本)	標準断面積 (PC鋼より線) (mm ²)	引張荷重 (kN)	
			B 種	
19 H 15	19	2 635	4 952	
27 H 15	27	3 745	7 041	
37 H 15	37	5 132	9 649	
48 H 15	48	6 658	12 523	
61 H 15	61	8 461	15 916	
76 H 15	76	10 403	17 701	
91 H 15	91	12 622	23 742	

量は引張強さ465t～2 421tである。

定着体は二重管構造で、定着方式がウェッジとリングナットの複合形式となっているため、経年後においても張力調整が可能であるばかりでなく、斜張ケーブルが万一、車両衝突などで損傷を受けた場合でも交換することができる。また、活荷重による変動張力はグラウトが充填された定着体鋼管全体で受け持ち、PC鋼より線を定着しているウェッジまで伝達されない機構となっているため、Hシステムは変動応力の大きな構造物に用いることができる。

また、本システムの製作は現場で行うことを基本としているため（現場製作ケーブル）、構成部品の取扱い、輸送、保管が容易であることに加えて、ケーブル製作用の上屋や架設用の大型吊上げ設備が不要である。

2. PC鋼材とケーブル容量

Hシステムに使用するストランドは、“FKK PC鋼線およびPC鋼より線仕様書（HTS-21）”に規定される7本よりPC鋼より線T15.2mmである。

この規格はJIS G 3536規定を満足し（SWPR, 7B）、かつ低リラクセーション特性、鋼材のじん性の指標とされる破断後の絞り、心線のねじり強さおよび疲労について一定の基準を設けたものである。表-1にPC鋼より線の機械的性質を示す。

ケーブル最大容量は91H15で引張荷重2 421t（B種）であり、大規模なPC斜張橋にも十分適応できる。表-2にユニットと引張荷重の一覧を示す。

3. 定着 体

Hシステムの定着体は二重管構造となっており、定着方式はクサビ式とネジ式の複合形式である（図-2）。

この定着体の特徴は、活荷重などによりストランド

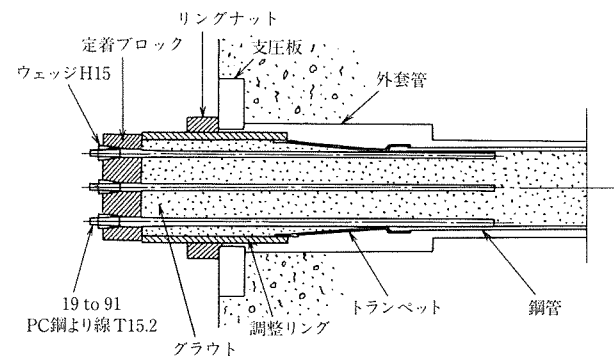


図-2 定着体構造図

に生じる変動張力を直接ウェッジにとらずに、グラウトのボンドで剛性の大きい鋼管およびトランペットに伝え、さらにリングナットを経てコンクリートに埋め込まれた支圧板に伝達させる集成機構にある。

定着体には、ウェッジ、定着ブロックおよび支圧板からなる固定側定着体（図-3）と、ウェッジ、定着ブロック、調整リング、リングナットおよび支圧板から構成される調整側定着体（図-4）の2種類がある。表-3

に固定側定着体、表-4に調整側定着体の主要寸法を示す（ウェッジを圧着グリップとすることもできる）。

調整側定着体は、二重管構造であるとともに、1本ずつ定着ブロックにウェッジ定着されている多数のPC鋼より線を、まとめてリングナットで固定している構造のため、経年後における張力調整、斜材の交換も可能である。

また、定着体にはケーブルダンパーが組み込まれて

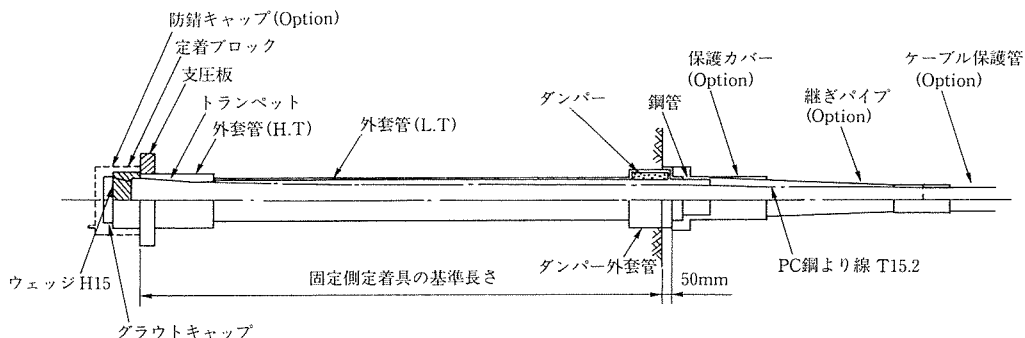


図-3 固定側定着具

表-3 固定側定着体主要寸法

(単位:mm)

部 材		19 H 15	27 H 15	37 H 15	48 H 15	61 H 15	75 H 15	91 H 15
支 圧 板	H	410×410	470×470	540×540	610×610	680×680	760×760	850×850
	T	50	60	75	90	105	120	135
外套管 Heavy	ϕP_1	$\phi 220, t=8$	$\phi 260, t=8$	$300, t=8$	$340, t=9$	$380, t=9$	$420, t=9$	$460, t=9$
	H_p	300	300	400	400	400	400	500
外套管 Light	ϕP_2	$\phi 200, t=7$	$\phi 220, t=7$	$\phi 244.5, t=7$	$267.4, t=8$	$298.5, t=8$	$318.5, t=8$	$339.7, t=8$
	ϕP_3	$\phi 165.2, t=6$	$\phi 190, t=6$	$216.3, t=7$	$240, t=7$	$267.4, t=8$	$280, t=8$	$298.5, t=9$

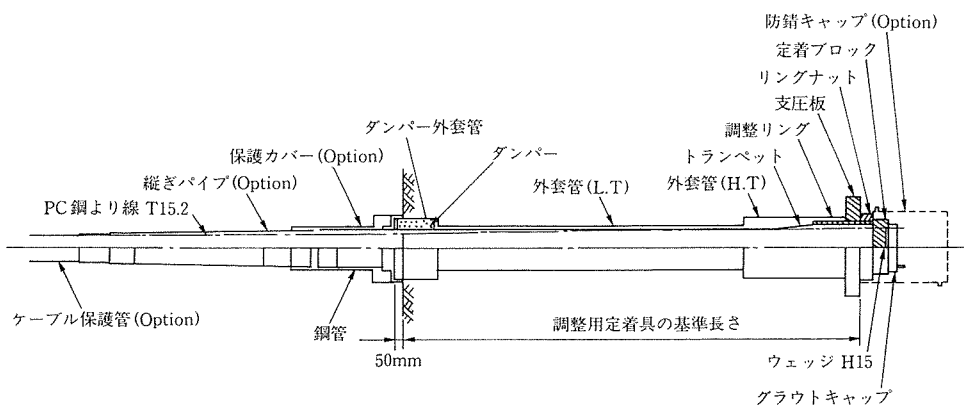


図-4 調整側定着具

表-4 調整側(緊張側)定着体主要寸法

(単位:mm)

部 材		19 H 15	27 H 15	37 H 15	48 H 15	61 H 15	75 H 15	91 H 15
支 圧 板	H	430×430	490×490	560×560	630×630	700×700	780×780	870×870
	T	48	60	75	90	105	120	135
外套管 Heavy	ϕP_1	$\phi 260, t=8$	$\phi 300, t=8$	$340, t=8$	$380, t=9$	$420, t=9$	$460, t=9$	$500, t=9$
	H_p	400	400	500	500	600	600	700
外套管 Light	ϕP_2	$\phi 200, t=7$	$\phi 220, t=7$	$244.5, t=7$	$267.4, t=8$	$298.5, t=8$	$318.5, t=8$	$339.7, t=8$
	ϕP_3	$\phi 185.2, t=6$	$\phi 190, t=10$	$216.3, t=7$	$240, t=7$	$267.4, t=8$	$280, t=8$	$298.5, t=9$

おり、風などによる斜張ケーブルの振動を緩和させる構造となっている。

本システムの一部緊張ではウェッジ定着を行い、伸びたストランドをカットできるため、定着部の切欠き寸法を浅く設計することができる。

4. 保護管

Hシステムの保護管としては、PE管のほか、鋼管やFRP管を用いることができる。

PE管はクリープ特性と耐ストレスクラッキング性に優れた高密度ポリエチレンを素材とし、カーボンブラックと紫外線吸収剤を添加して耐候性の向上を図ったもので、JIS K 6761硬質管2種またはその同等品を使用する。表-5にPE管の品質を、表-6に形状諸元を示す。

保護管の防錆は、鋼管の場合は通常ペイント塗装または亜鉛メッキを行うが、PE管およびFRP管を使用する場合は、一般に塗装の必要は生じない。

また、保護管と定着体の接合部には、防護カバーを取り付けることができる。

表-5 PE管の品質

項目	特性	試験方法
密度	0.952g/cm ³	ASTM D 1505
メルトインデックス	0.10g/10min	ASTM D 1238
灰分率	0.07%以下	JIS K 6762
引張強さ	19.6N/mm ² 以上	JIS K 6762
初期弾性率	931.6N/mm ²	ASTM D 638
破断時の伸び	200%以上	ASTM D 638
許容フープストレス	9.807N/mm ²	-

表-6 PE管の諸元

種類	外径/内径 (mm)	単位質量 (kg/m)	グラウト充填後 単位質量 (kg/m)
19 H 15	140/125	2.62	41.8
27 H 15	140/125	2.62	48.5
37 H 15	165/150	3.33	67.9
48 H 15	216/200	5.02	104.9
61 H 15	216/200	5.02	115.8
75 H 15	216/200	5.02	127.5
91 H 15	267/250	7.0	176.5

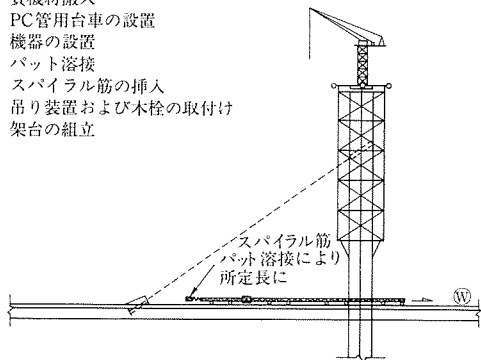
5. 架設方法

フレシネーHシステムは、現場製作ケーブルとして用

2) ケーブル保護管にPE管を使用した場合

① 準備工

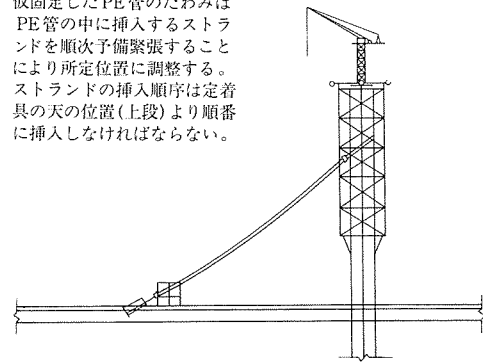
- (1) 資機材搬入
- (2) PC管用台車の設置
- (3) 機器の設置
- (4) バット溶接
- (5) スパイラル筋の挿入
- (6) 吊り装置および木栓の取付け
- (7) 架台の組立



(1) 準備(PE管)

③ PE管の架設(その2)

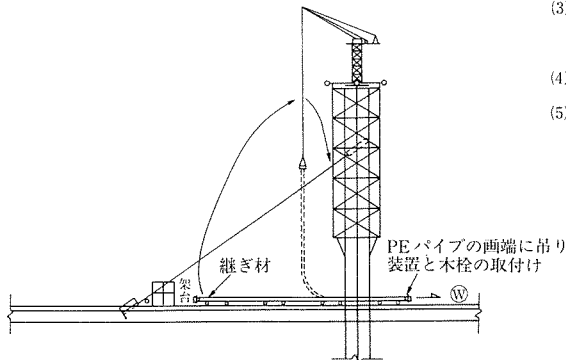
- (1) 仮固定したPE管のたわみはPE管の中に挿入するストランドを順次予備緊張することにより所定位置に調整する。
- (2) ストランドの挿入順序は定着具の天の位置(上段)より順番に挿入しなければならない。



(3) PE管の架設

② PE管の架設(その1)

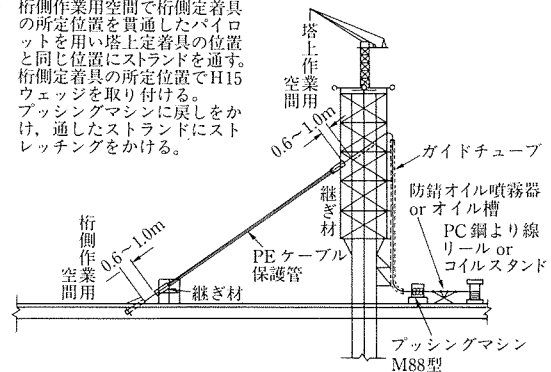
- (1) 天井クレーンでPE管を吊り上げ架台に仮固定する。



(2) PE管の架設

④ PCストランドの挿入

- (1) 橋面上にプッシングマシン、塔に沿ってガイドチューブを配置固定する。
- (2) プッシングマシンでPCストランドを1本ずつ順次天の方から挿入する。
- (3) 桁側作業空間で桁側定着具の所定位置を貫通したパイロットを用い塔上定着具の位置と同じ位置にストランドを通す。
- (4) 桁側定着具の所定位置でH15ウェッジを取り付ける。
- (5) プッシングマシンに戻しをかけ、通したストランドにストレッチングをかける。



(4) PE管にストランドの挿入

図-5 Hシステムの架設例

いることを基本としており、その架設は一般にまず保護管のみをセットし、次に保護管の中にPC鋼より線を挿入する方法が採用される。保護管のセット方法はPE管の場合と、鋼管などの剛性の高いパイプを用いる場合では異なる。

保護管としてPE管を用いる場合は、まず橋面上などで定尺長（10m程度）で搬入されたPE管を溶接し所定の長さにて製作する。次に主塔施工用のクライミングクレーンまたはトラッククレーンなどにより、PE管を直接あるいはパイロットワイヤーを用いて吊り上げ、適当なサグをとって仮固定する。そして、PE管の中にPC鋼より線を、プッシングマシンを用いて1本ずつ挿入していき、ウェッジで固定する（図-5）。

保護管が鋼管の場合は、Bicycleと呼ばれる簡便な移動式鋼管支持装置を用い、鋼管を溶接またはネジ継手によって連結しながら主桁から主塔側へ引き上げ架設を行う（図-6）。

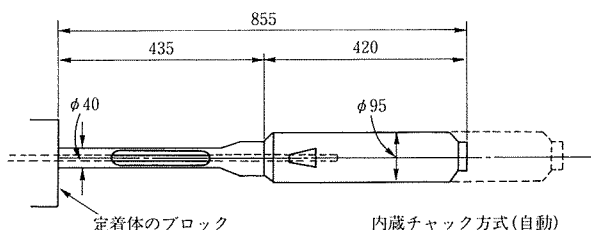


図-6 Hシステム用のシングルストランドジャッキ

6. 緊張方法

Hシステムにおいては、一般には保護管内に挿入されたPC鋼より線を、Hシステム用シングルストランドジャッキ（図-7）を用いて緊張する。表-7にジャッキの諸元を示す。

表-7 Hシステム用シングルストランドジャッキ諸元

種 類	1 H 15
特 性	
最大緊張力 (KN)	147
最大ストローク (mm)	200
最大緊張圧力 (N/mm ²)	54.9
全長 (閉じたとき) (mm)	855
シリンダー外径 (mm)	95
質 量 (kg)	20

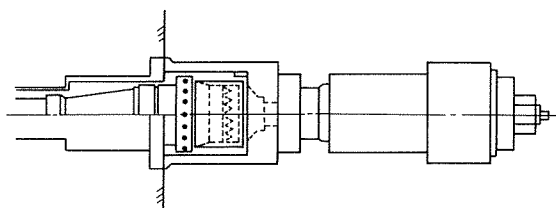


図-7 張力調整用ジャッキの諸元

なお、一括緊張を行うこともできる。

7. 張力調整方法

調整側定着体（図-4）では、調整リングの外周ネジ部にテンションロッドを、またラムチェアーを支圧板にそれぞれセットし、調整用ジャッキにより、張力の調整を行うことができる（図-7）。表-8に調整用ジャッキの諸元を示す。またポンプの諸元を表-9に示す。

表-8 張力調整用ジャッキの諸元

種 類	K 500	K 700	K 1000
特 性			
最大緊張力 (kN)	4 707	6 080	9 022
最大ストローク (mm)	250	250	250
最大緊張圧力 (N/mm ²)	61.8	61.8	61.8
全長 (閉じたとき) (mm)	900	950	1 000
シリンダー外径 (mm)	510	610	720
質 量 (kg)	740	1 060	1 380

表-9 ポンプの諸元

LLEP型 (K 500型, K 700型, K 1000型用)	
最高圧力 (N/mm ²)	73.5……50 Hz 58.8……60 Hz
吐出量 (ℓ/min)	Low-2.0 Hi-5.2
タンク容量 (ℓ)	60
電動機	7.5kw×200V×4P/8P
使用電源コード (mm ²)	8
質量 (満タン時) (kg)	450
外径寸法 (mm) (縦×横×高さ)	1 180×740×1 080

8. グラウト

フレッシュHシステムの防錆は、グラウト注入によることを基本としている。グラウトの施工に当たっては、ノンブリージングで高粘性な配合を選定する必要がある。本工法では、ブリージング抑制型混和剤コンベックス208シリーズを使用した配合を推奨している。配合例を表-10に示す。

表-10 グラウト配合例

水セメント比	コンベックス208ネオT	単 位 質 量			練り上がりグラウト量
		セメント (kg)	水 (kg)	コンベックス208ネオT (g)	
W/C (%)	C×%				57.6L/バッチ グラウト比重
45	1.0	75	33.75	750	1.88

9. 備 考

1) Hシステムの疲労強度試験は、PC鋼より線T15.2mm単体のものから、37本平行に束ねたものまで数多く実施され、疲労強度を保証している。

上限荷重を規格引張荷重の45%にとり、応力振幅を147~245N/mm²とした場合の疲労試験結果の一例を表-11に示す。

2) ケーブルの運搬方法は特別に配慮する必要はな

く、PC鋼より線の通常の荷姿で現場に搬入される。

3) フレシネーHシステムの詳細については、FKK/斜張ケーブルHシステムの技術資料を参照のこと。

表-11 疲労試験結果の一例

上 限 (kN)0.45 P _s	下 限 (kN)	応 力 (N/mm ²)	繰返し回数 (回)	破断の有無	備 考
① 704	583	147	3.0×10	無	グラウト注入 6 H 15で実施
② 704	583~500	147~245	5.0074×10	素線2本破断	グラウト注入 6 H 15で実施